

(2) 103 23 334 S-54  
02 7 38 094 - 50 F (2)



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 40 35 799 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:  
G 02 B 21/00

②1 Aktenzeichen: P 40 35 799.6  
②2 Anmeldetag: 10. 11. 90  
④3 Offenlegungstag: 14. 5. 92

DE 40 35 799 A 1

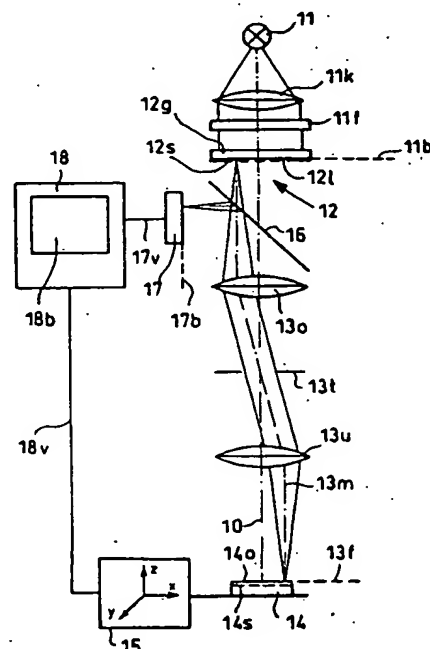
⑦1 Anmelder:  
Fa. Carl Zeiss, 7920 Heidenheim, DE

⑦2 Erfinder:  
Knapfer, Klaus, Dr., 7087 Essingen, DE; Derndinger,  
Eberhard, 7080 Aalen, DE; Großkopf, Rudolf, Dr.,  
7923 Königsbronn, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Optische Vorrichtung mit konfokalem Strahlengang zur dreidimensionalen Untersuchung eines Objektes

⑤7 Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Aufnahme von Reflexionsprofilen mit einem konfokalen Strahlengang, bei der ein Beleuchtungsrastrer (12, 22, 32) in eine Fokusebene (13f) abgebildet wird, die auf bzw. in der Nähe der Oberfläche (14o) des Objektes (14) liegt. Die in der Fokusebene reflektierte Strahlung wird über einen Strahlteiler direkt auf die Empfängerfläche eines CCD-Empfängers (17) abgebildet. Die Abbildung des Beleuchtungsrastrers (12, 22, 32) auf der Empfängerfläche erfolgt dabei mit Abständen, die den Abständen der lichtempfindlichen Bereiche des CCD-Empfängers ungefähr gleich oder größer sind.



DE 40 35 799 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur dreidimensionalen Untersuchung eines Objektes mit einer Lichtquelle, einem Empfänger und optischen Elementen für einen konfokalen Strahlengang, bei dem eine Beleuchtungsebene in eine Fokusebene abgebildet ist, die auf oder im Objekt liegt, und bei dem die Fokusebene in eine Blendenebene abgebildet ist.

Eine derartige Vorrichtung in Form eines konfokalen Scanning-Mikroskopes ist in einer Veröffentlichung von D. K. Hamilton e.a. (Appl. Phys. B 27, 211 (1982)) beschrieben. Scanning-Mikroskope mit konfokalem Strahlengang, bei dem eine sog. Punktlichtquelle in eine Ebene des Objektes und diese Ebene des Objektes auf einen sog. Punktempfänger bzw. eine Lochblende, hinter der ein Empfänger sitzt, abgebildet wird, haben die Eigenschaft sehr höhenselektiv zu sein, d. h. Ebenen, die nur einen geringen Abstand voneinander haben, optisch zu trennen. In der oben zitierten Veröffentlichung wird diese Eigenschaft dazu benutzt, ein Oberflächenprofil eines Halbleiterbauelementes aufzunehmen. Dafür wird für jede x-y-Lage des Lichtpunktes das Objekt in z-Richtung (Richtung der optischen Achse) bewegt und der Intensitätsverlauf gemessen. Da dieser ein ausgeprägtes Maximum hat, wenn das Bild des Lichtpunktes genau auf der Oberfläche liegt, kann für jeden Punkt in der x-y-Ebene die Höhe der Oberfläche in z-Richtung bestimmt werden und auf diese Weise zeitlich nacheinander das gesamte Oberflächenprofil des Objektes aufgenommen werden.

Ein Nachteil dieser bekannten Vorrichtung ist, daß die Aufnahme eines Oberflächenprofils, relativ viel Zeit erfordert.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der in relativ kurzer Zeit Oberflächenprofile aufgenommen werden können.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Beleuchtungsraaster in der Beleuchtungsebene angeordnet ist, daß in der Blendenebene ein CCD-Empfänger angeordnet ist und daß das Beleuchtungsraaster auf dem CCD-Empfänger mit einem Rastermaß abgebildet ist, welches dem Rastermaß der lichtempfindlichen Bereiche des CCD-Empfängers ungefähr gleich oder größer ist.

Die Verwendung eines CCD-Empfängers und eines zweidimensionalen Arrays von Löchern in einer beleuchteten Schicht ist für ein Scanning-Mikroskop aus der US-PS 48 06 004 bekannt. Dort ist jedoch nur angegeben, daß das Objekt in verschiedenen Schichtebenen beobachtet werden kann. Vor allem wird dort die Blendenebene des CCD-Empfängers nicht ausgenutzt, d. h. die Tatsache, daß er aus rasterförmig angeordneten lichtempfindlichen Bereichen besteht, deren Abmessungen erheblich kleiner sind als ihre Abstände voneinander.

In dem oben angegebenen US-Patent ist der konfokale Strahlengang vielmehr nur bei einem Auflichtmikroskop verwirklicht, bei welchem die zum Objekt gehenden Strahlenbündel durch dasselbe Löcherarray gehen wie die vom Objekt reflektierten Strahlenbündel. Daher ist es notwendig, durch ein als Okular bezeichnetes optisches Element das Löcher-Array in eine Ebene abzubilden, in der es beobachtet oder aufgenommen wird. Für den letzten Fall ist unter anderem eine Video-Kamera mit einem CCD-Empfänger angegeben, deren Bilder gespeichert und ausgewertet werden können.

Bei der vorliegenden Erfindung wird dagegen immer ein CCD-Empfänger benutzt und seine im allgemeinen nachteilige Eigenschaft ausgenutzt, daß nur ein kleiner Anteil der Empfängerfläche aus lichtempfindlichen Bereichen besteht.

Gegenüber der eingangs zitierten Veröffentlichung von Hamilton hat die erfindungsgemäße Lösung nicht nur den Vorteil, daß die Aufnahme eines Oberflächenprofils infolge des Beleuchtungsrasters wesentlich schneller geht, sondern daß auch unmittelbar eine höhenselektive Betrachtung möglich ist, da durch den konfokalen Strahlengang die Intensität der von den einzelnen Objektstellen reflektierten Strahlungen unmittelbar von den Höhen der betreffenden Stellen des Objektes abhängt, so daß jedes Rasterelement eine Information über die Höhe der Oberfläche an der zu ihm gehörenden Stelle des Objektes gibt und damit die Intensitätsverteilung über der Oberfläche unmittelbar einen Überblick über die Höhenverteilung der Objektoberfläche gibt. Insbesondere lassen sich dadurch, wenn das Objekt relativ zum Strahlengang in Richtung der optischen Achse bewegt wird, sehr einfach die Bereiche mit gleicher Höhe der Oberfläche feststellen.

Bei Objekten mit reflektierenden Bereichen in oder unter einer transparenten Schicht ergeben sich für die Abhängigkeit der Intensität von der Höhe im Objekt Reflexionsprofile mit einem kleinen Maximum für die Oberfläche der transparenten Schicht und einem großen Maximum für den reflektierenden Bereich. Daher ist es mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich, nicht nur Oberflächenprofile zu untersuchen, sondern auch Strukturen innerhalb oder unter transparenten Schichten.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird das Beleuchtungsraaster auf dem CCD-Empfänger mit einem Rastermaß abgebildet, welches dem Rastermaß der lichtempfindlichen Bereiche des CCD-Empfängers gleich oder ein ganzzahliges Vielfaches davon ist.

In einer vorteilhaften, einfachen Ausführungsform der Erfindung wird das Beleuchtungsraaster durch Löcher in einer Schicht realisiert, die durch eine Lichtquelle beleuchtet wird. Um eine größere Intensität der beleuchteten Löcher — im Folgenden auch kurz als Lichtpunkte bezeichnet — zu erreichen, kann vor der Schicht mit den Löchern ein Linsen-Array angeordnet werden, welches dafür sorgt, daß die Strahlung der Lichtquelle die Schicht nicht gleichmäßig ausleuchtet sondern auf die Löcher konzentriert wird.

Normalerweise werden der CCD-Empfänger und das Beleuchtungsraaster zueinander so justiert, daß die in die Blendenebene abgebildeten Lichtpunkte auf die lichtempfindlichen Bereiche des CCD-Empfängers fallen. In diesem Fall entstehen beim Durchfokussieren Intensitätsmaxima für diejenigen Objektstellen deren reflektierende Flächen genau in der Fokusebene liegen.

Es ist jedoch auch möglich, den CCD-Empfänger und das Beleuchtungsraaster zueinander so zu justieren, daß die in die Blendenebene abgebildeten Lichtpunkte zwischen die lichtempfindlichen Bereiche des CCD-Empfängers fallen. In diesem Fall entstehen beim Durchfokussieren Intensitätsminima für diejenigen Objektstellen deren reflektierende Flächen genau in der Fokusebene liegen. Durch eine besondere Ausbildung des CCD-Empfängers, z. B. durch relativ großflächige lichtempfindliche Bereiche, kann dieser Effekt noch verstärkt werden.

Schließlich ist auch ein inverses Beleuchtungsraaster

möglich; d. h. das auf das Objekt und in die Blendenebene abgebildete Raster besteht nicht aus hellen Lichtpunkten, sondern aus einer hellen Fläche mit einer rasterförmigen Anordnung von kleinen dunklen Zonen. Ein derartiges Beleuchtungsaster, welches z. B. aus einer von der Lichtquelle beleuchteten Schicht mit lichtundurchlässigen Zonen besteht, liefert bei einem CCD-Empfänger mit kleinen lichtempfindlichen Bereichen, auf welche die dunklen Zonen abgebildet werden, ebenfalls Intensitätsminima für diejenigen Objektstellen, deren reflektierende Flächen genau in der Fokusebene liegen.

In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform wird das Beleuchtungsaster durch ein Linsen-Array erzeugt, welches eine annähernd punktförmige Lichtquelle vielfach in rasterförmiger Anordnung in die Beleuchtungsebene abbildet.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird das Beleuchtungsaster dadurch erzeugt, daß eine von der Lichtquelle beleuchtete Blende vielfach in rasterförmiger Anordnung in die Beleuchtungsebene abgebildet wird. Auch in diesem Fall kann ein inverses Beleuchtungsaster z. B. dadurch realisiert werden, daß die Blende ein lichtundurchlässiges Zentrum hat.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird das Beleuchtungsaster durch ein Lichtquellen-Array erzeugt. Dieses kann z. B. aus einzelnen Leuchtdioden zusammengesetzt sein oder in integrierter Technik hergestellt werden. In beiden Fällen ist es ganz besonders vorteilhaft, die Arrays und ihre Spannungsversorgung so auszubilden, daß entweder jede einzelne Lichtquelle oder bestimmte Teilmengen der Lichtquellen unabhängig von den anderen ein- und ausgeschaltet werden können.

Zur Aufnahme der oben erläuterten höhenselektiven Übersichtsbilder ist es zweckmäßig, eine Verstellvorrichtung vorzusehen, welche es erlaubt die Fokusebene mit den Bildern der Lichtpunkte auf verschiedene Schichtebenen des Objektes einzustellen.

Zur Aufnahme vollständiger Reflexionsprofile mit guter Auflösung ist es zweckmäßig, eine Verstellvorrichtung vorzusehen, welche es erlaubt, das Beleuchtungsaster und das Objekt relativ zueinander in Ebenen senkrecht zur optischen Achse zu bewegen, so daß das Objekt mit dem Beleuchtungsaster abgescannt wird. Die Relativbewegung zwischen Lichtpunkten und Objekt kann dabei innerhalb des Abstandes benachbarter Lichtpunkte bleiben oder auch ein Vielfaches davon betragen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der CCD-Empfänger mit einem Computer verbunden, der die Signale des CCD-Empfängers auswertet. Es ist in diesem Fall vorteilhaft, die Verstellvorrichtungen für die relative Bewegung von Lichtpunkten und Objekt zueinander in Richtung der optischen Achse und/oder in den Ebenen der Lichtpunkte bzw. des Objektes durch den Computer zu steuern.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird von dem Computer außerdem eine Schaltvorrichtung gesteuert, die unterschiedliche Teilmengen der Lichtquellen des Lichtquellen-Arrays ein- und ausschaltet. Dabei kann z. B. die Anzahl der eingeschalteten Lichtquellen von den Ergebnissen der Auswertung des Computers gesteuert werden, so daß in kritischen Bereichen eines Objektes der Streulichtanteil durch eine Verminderung der Anzahl der wirksamen Lichtquellen gesenkt werden kann.

Beim Abscannen eines Objektes kann es vorteilhaft

sein, Beleuchtungsaster und CCD-Empfänger relativ zueinander in der Beleuchtungsebene bzw. in der Blendenebene durch eine Verstellvorrichtung, die zweckmäßigerweise vom Computer gesteuert wird, zu verschieben. Mit einem leistungsfähigen Computer können durch diese Verschiebung zusätzliche Informationen gewonnen werden, die eine genauere Auswertung ermöglichen. In diesem Fall muß das Rastermaß des Beleuchtungsasters nur ungefähr gleich oder größer sein als das Rastermaß der lichtempfindlichen Bereiche des CCD-Empfängers.

Für eine möglichst geringe Tiefenschärfe der konfokalen Abbildung ist es vorteilhaft, an Stelle der üblichen kreisförmigen Telezentrie-Blende eine ringförmige Blende vorzusehen. Die Anwendung einer derartigen Blende ist aus der EP-A2-02 44 640 bekannt. Dort sind auch Blenden mit anderen Transmissionsmustern (Pattern) beschrieben, die auch für das vorliegende optische Abbildungssystem geeignet sind, um die dreidimensionale Übertragungsfunktion an vorbekannte Objektmuster anzupassen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von in den Fig. 1 bis 7 dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Ausführung, bei der das Beleuchtungsaster durch eine beleuchtete Schicht mit Löchern erzeugt wird,

Fig. 2 eine Ausführung, bei der die Ausleuchtung der Löcher durch ein zusätzliches Linsen-Array verbessert wird,

Fig. 3 eine Ausführung, bei der das Beleuchtungsaster durch ein Halbleiter-Array erzeugt wird,

Fig. 4 eine Glasplatte mit einem Muster für ein inverses Beleuchtungsaster,

Fig. 5 eine Anordnung zur Erzeugung eines Beleuchtungsasters durch vielfache Abbildung einer Lichtquelle mit einem Linsen-Array,

Fig. 6 eine Anordnung zur Erzeugung eines Beleuchtungsasters durch vielfache Abbildung einer beleuchteten Blende mit einem Linsen-Array und

Fig. 7 ein Beispiel für die beleuchtete Blende in Fig. 6.

In Fig. 1 ist mit (11) eine Lichtquelle, z. B. eine Halogenlampe, bezeichnet, die mit Hilfe des Kondensors (11k), evtl. über ein Filter (11f) (zur Aussonderung eines ausreichend schmalen Spektralbereiches), Löcher (12l) in einer Schicht (12s) beleuchtet. Eine derartige Schicht kann in bekannter Weise z. B. aus Chrom auf einer Glasplatte (12g) hergestellt werden. Die Löcher (12l) sind in der Schicht (12s) ebenso rasterförmig angeordnet wie die lichtempfindlichen Bereiche des CCD-Empfängers (17). Wird z. B. der Empfänger 1 CX 022 der Fa. Sony verwendet, dann enthält die Schicht 512 x 512 Löcher mit einem Abstand von 11 µm in beiden Richtungen des Rasters und mit einer Lochgröße von z. B. 2 µm x 2 µm. Die Größe der Löcher ist also erheblich kleiner als ihr Abstand. Der Abstand der Löcher bzw. Bereiche von Mitte zu Mitte wird als Rastermaß bezeichnet.

Das durch die beleuchteten Löcher (12l) in der Schicht (12s) erzeugte Beleuchtungsaster liegt in der Beleuchtungsebene (11b). Diese wird durch die Linsen (13o, 13u) in die Fokusebene (13f) abgebildet, so daß in letzterer das Objekt (14) mit rasterförmig angeordneten Lichtpunkten beleuchtet wird. Bei nichttransparenten Objekten kann nur die Oberfläche (14o) beleuchtet werden, während bei transparenten Objekten auch Schichten (14s) im Inneren mit den Lichtpunkten beleuchtet werden können. Die vom Objekt in der Fokusebene (13f) reflektierten Lichtstrahlen werden von den Linsen

(13u, 13o) über einen Strahlteiler (16) in der Blendenebene (17b) fokussiert. Die für eine konfokale Anordnung notwendigen Blenden werden in der Blendenebene (17b) realisiert durch die lichtempfindlichen Bereiche des CCD-Empfängers (17), die durch relativ große Zwischenräume voneinander getrennt sind.

Zwischen den Linsen (13o, 13u) ist üblicherweise eine sog. Telezentrie-Blende (13t) angeordnet, welche dafür sorgt, daß der Mittenstrahl (13m) parallel zur optischen Achse (10) auf das Objekt (14) trifft, so daß die Lage der Lichtpunkte auf dem Objekt sich nicht ändert, wenn das Objekt (14) in Richtung der optischen Achse (10) bewegt wird.

Das Objekt (14) kann durch eine Verstellvorrichtung (15) in allen 3 Raumrichtungen bewegt werden, so daß verschiedene Schichten (14s) des Objektes (14) abgescannt werden können. Dabei kann die Bewegung in x- und y-Richtung kleiner gewählt werden als das Rastermaß der Lichtpunkte (12) bzw. des CCD-Empfängers (17). Selbstverständlich kann die Bewegung des Objektes (14) in z-Richtung auch durch verschieben der Linsen (13o, 13u) in Richtung der optischen Achse (10) erreicht werden und ebenso können anstelle der Bewegung des Objektes in x- und y-Richtung auch die Schicht (12s) mit den Löchern (12l) und CCD-Empfänger (17) entsprechend bewegt werden.

Die Signale des CCD-Empfängers (17) werden über die Verbindungsleitung (17v) in einen Computer (18) übertragen, der in bekannter Weise die Auswertung übernimmt und auf einem Bildschirm (18b) die Ergebnisse der Auswertung z. B. in Form von graphischen Darstellungen wiedergibt. Der Computer (18) kann auch über die Verbindungsleitung (18v) die Verschiebung der Fokusebene (13f) im Objekt und das Scannen in x- und y-Richtung steuern. Diese Steuerung kann im Computer als festes Programm vorliegen oder abhängig von den Ergebnissen der Auswertung erfolgen.

In Fig. 2 ist zwischen dem Kondensor (11k) bzw. dem Filter (11f) und der Schicht (12s) mit den Löchern (12l) ein Linsen-Array (22a) angeordnet, welches ebenso viele kleine Linsen (22l) enthält wie die Schicht (12s) Löcher (12l) hat. Die Linsen (22l) haben die Aufgabe, Bilder der Leuchtquelle (11) in die Löcher abzubilden und damit den Lichtpunkten eine größere Intensität zu geben.

Das Linsen-Array (22a) und die Schicht (12s) mit den Löchern (12l) können — wie dargestellt — in einem gemeinsamen Teil (22g) vereinigt sein. Die Herstellung geeigneter Linsen-Arrays ist z. B. aus einer Veröffentlichung von K. Koizumi (SPIE Vol. 1128, 74 (1989)) bekannt.

Eine besonders vorteilhafte Realisierung des Beleuchtungsrasters ist in Fig. 3 dargestellt. Dort ist mit (31) ein Lichtquellen-Array bezeichnet, welches z. B. aus Lumineszenzdioden (LEDs) (31l) bestehen kann. Ein derartiges Array mit einer Größe von z. B.  $10 \times 10$  Dioden läßt sich z. B. aus handelsüblichen Mini-Dioden LSU260-EO der Fa. Siemens mit einem Rastermaß von 2,5 mm zusammensetzen und hat daher eine Gesamtgröße von 2,5 cm  $\times$  2,5 cm. Es wird im Maßstab von ca. 1 : 5 in die Beleuchtungsebene (11b) durch das Objektiv (31o) so abgebildet, daß es ungefähr die Größe der gesamten lichtempfindlichen Fläche des CCD-Empfängers von 5 mm  $\times$  5 mm erhält. Vom CCD-Empfänger (17) werden in diesem Fall nur 100 lichtempfindliche Bereiche mit einem Rastermaß von ca. 0,5 mm  $\times$  0,5 mm ausgenutzt. Trotzdem ergibt sich durch die 100 Lichtpunkte ein erheblicher Zeitgewinn gegenüber dem Scannen mit

nur einem Lichtpunkt.

Auch in diesem Fall kann es vorteilhaft sein, in der Beleuchtungsebene (11b) eine Schicht (32s) mit Löchern (32l) anzuordnen, damit die Lichtpunkte genügend kleine Abmessungen erhalten. Außer dem Objektiv (31o) für die verkleinerte Abbildung ist eine Feldlinse (31f) für die weitere Abbildung im konfokalen Strahlengang zweckmäßig.

Wesentlich vorteilhafter ist es, für das Beleuchtungsraaster integrierte LED-Arrays zu verwenden, wie sie z. B. in einer Veröffentlichung von J. P. Donnelly (SPIE 1043, 92 (1989)) beschrieben sind. Auch derartige LED-Arrays haben genauso wie das zusammengesetzte Array aus Mini-Dioden den Vorteil, daß definierte Teilmengen der LEDs ein- und ausgeschaltet werden können. In beiden Fällen kann das Ein- und Ausschalten vom Computer (18) über die Schaltvorrichtung (19) gesteuert werden.

Der in den Fig. 1 bis 3 dargestellte konfokale Strahlengang zwischen Beleuchtungsebene (11b), Fokusebene (13f) und Blendenebene (17b) ist nur eine spezielle Ausführungsform von mehreren bekannten konfokalen Strahlengängen, bei denen die Erfindung in für den Fachmann sofort erkennbarer Weise angewendet werden kann. Außerdem ist auch bei dem dargestellten Strahlengang eine Abbildung der Beleuchtungsebene (11b) in die Fokusebene (13f) im Maßstab 1 : 1 keineswegs notwendig. Vielmehr ist dabei nicht nur — wie von Mikroskopen bekannt — eine Verkleinerung sondern auch eine Vergrößerung möglich, weswegen in der Überschrift auch nicht die Bezeichnung Mikroskop verwendet wurde.

In der Fig. 4 ist eine Glasplatte (41) für ein inverses Beleuchtungsraaster dargestellt. Hier besteht die auf die Glasplatte aufgebrachte, lichtundurchlässige Schicht nur aus kleinen Zonen (42), welche durch relativ weite, lichtdurchlässige Bereiche voneinander getrennt sind.

In der Fig. 5 wird das Beleuchtungsraaster durch ein Linsen-Array (53) erzeugt, welches durch ausreichend gute Abbildungseigenschaften von einer nahezu punktförmigen Lichtquelle (51) ausreichend kleine Lichtpunkte (54) in der Beleuchtungsebene (11b) herstellt. Die Kondensorlinse (52) bewirkt, daß das Linsen-Array (53) von einem Parallelbündel durchsetzt wird, so daß jede einzelne Linse (53l) optimal benutzt wird.

Fig. 6 zeigt eine Anordnung bei der durch ein Linsen-Array (53) eine Blende (61) vielfach in die Beleuchtungsebene (11b) abgebildet wird. Diese Blende wird über den Kondensor (62) und die Streuscheibe (63) von der Lichtquelle (11) beleuchtet. Als Blende sind die verschiedensten Ausführungsformen möglich. Als Beispiel zeigt die Fig. 7 eine Blende (61) mit quadratischer Begrenzung des lichtdurchlässigen Bereiches (71) und einem lichtundurchlässigen Zentrum (72) für ein inverses Beleuchtungsraaster. Natürlich sind auch Blenden für ein Beleuchtungsraaster aus Lichtpunkten etc. möglich.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur dreidimensionalen optischen Untersuchung eines Objektes (14) mit einer Lichtquelle (11), einem Empfänger (17) und optischen Elementen (13o, 13u, 13t) für einen konfokalen Strahlengang, bei dem eine Beleuchtungsebene (11b) in eine Fokusebene (13f) abgebildet ist, die auf oder im Objekt (14) liegt, und bei dem die Fokusebene (13f) in eine Blendenebene (17b) abgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Beleuch-

tungsraster (12, 22, 32) in der Beleuchtungsebene (11b) angeordnet ist, daß in der Blendenebene (17b) ein CCD-Empfänger (17) angeordnet ist und daß das Beleuchtungsraster (12, 22, 32) auf dem CCD-Empfänger (17) mit einem Rastermaß abgebildet ist, welches dem Rastermaß der lichtempfindlichen Bereiche des CCD-Empfängers (17) ungefähr gleich oder größer ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsraster (12, 22, 32) auf dem CCD-Empfänger (17) mit einem Rastermaß abgebildet ist, welches dem Rastermaß der lichtempfindlichen Bereiche des CCD-Empfängers (17) gleich oder ein ganzzahliges Vielfaches davon ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsraster (12) aus von der Lichtquelle (11) beleuchteten Löchern (12l) in einer Schicht (12s) besteht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die Beleuchtung der Löcher (12l) ein Linsen-Array (22a) vorgesehen ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsraster aus einer von der Lichtquelle (11) beleuchteten Schicht mit lichtundurchlässigen Zonen (42) besteht.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsraster durch ein Linsen-Array (53), welches die Lichtquelle (51) vielfach in rasterförmiger Anordnung in die Beleuchtungsebene (11b) abbildet, erzeugt ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsraster durch ein Linsen-Array (53), welches eine von der Lichtquelle (11) beleuchtete Blende (61) vielfach in rasterförmiger Anordnung in die Beleuchtungsebene (11b) abbildet, erzeugt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende (61) ein lichtundurchlässiges Zentrum (72) hat.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungsraster (32) aus einem Lichtquellen-Array (32a) besteht.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen (32l) des Lichtquellen-Arrays (32a) einzeln oder in Teilmengen ein- und ausschaltbar sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine Verstellvorrichtung (15) die Fokusebene (13f) auf verschiedene Schichten (14s) des Objektes (14) einstellbar ist und/oder das Beleuchtungsraster (12, 22, 32) und das Objekt (14) relativ zueinander in Ebenen senkrecht zur optischen Achse (10) bewegbar sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der CCD-Empfänger (17) mit einem Computer (18) verbunden ist, in dem die Signale des CCD-Empfängers (17) ausgewertet werden.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer (18) mit einer Verstellvorrichtung (15) verbunden ist, durch welche die Einstellung der Fokusebene (13f) auf verschiedene Schichten (14s) des Objektes (14) und/oder die Bewegung von Beleuchtungsraster (12, 22, 32) und Objekt (14) relativ zueinander durch den Computer (18) steuerbar ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer (18) mit einer

Schaltvorrichtung (19) verbunden ist, durch welche die Lichtquellen (32l) des Lichtquellen-Arrays (32a) einzeln oder in Teilmengen abhängig von den Ergebnissen der Auswertung des Computers durch den Computer (18) ein- und ausschaltbar sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer (18) mit einer Verstellvorrichtung (15v) verbunden ist, durch welche das Beleuchtungsraster (12, 22, 32) und der CCD-Empfänger (17) relativ zueinander in der Beleuchtungsebene (11b) bzw. in der Blendenebene (17b) verschiebbar sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß im konfokalen Strahlengang eine Telezentrie-Blende (13t) vorgesehen ist, die ringförmig ausgebildet ist und/oder ein Transmissionsmuster hat.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

— Leerseite —

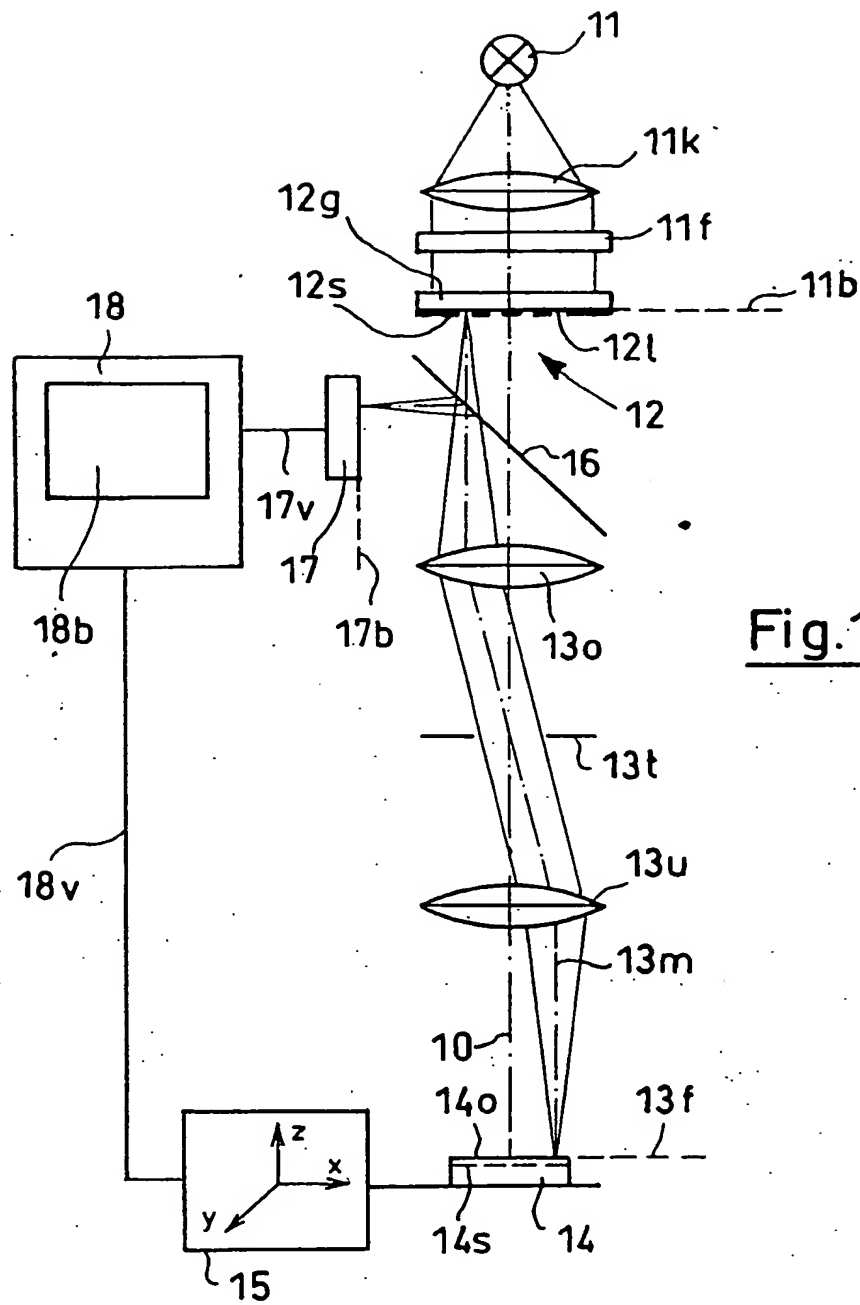
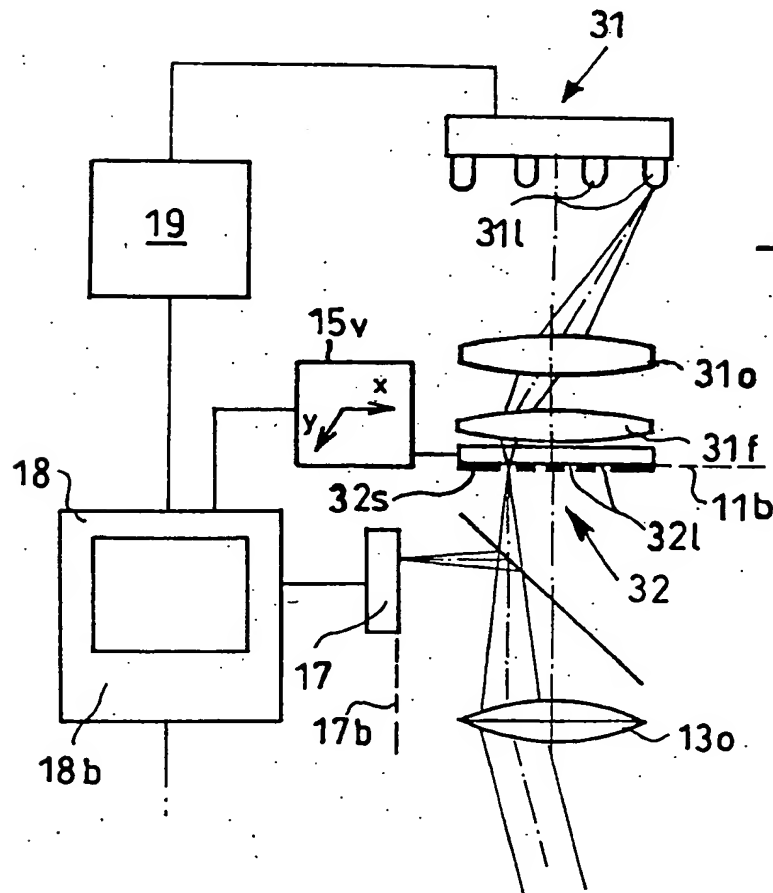
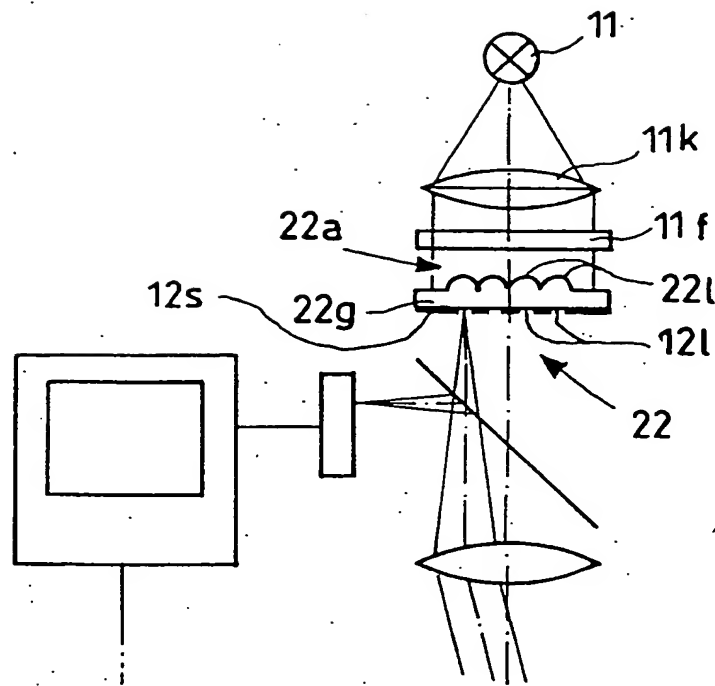


Fig.1





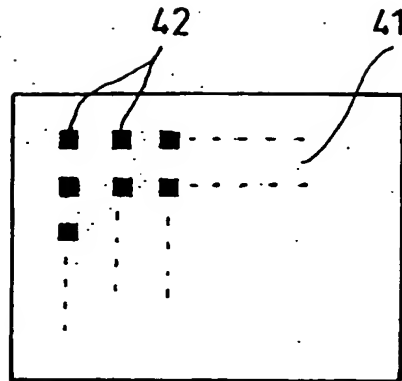


Fig. 4

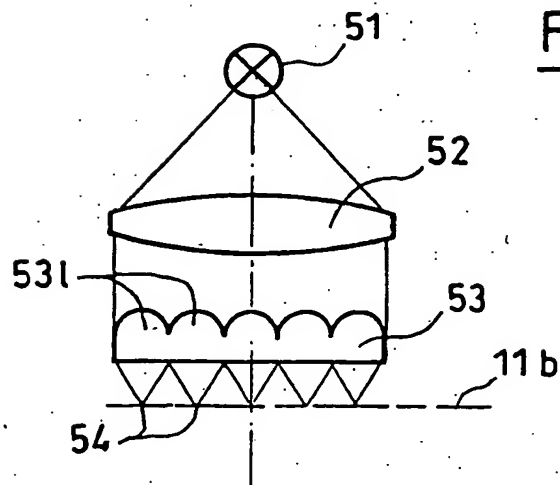


Fig. 5

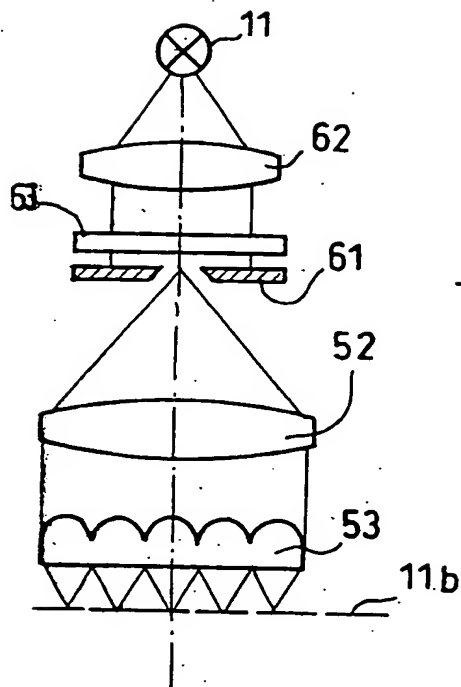


Fig. 6

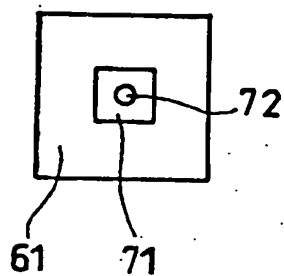


Fig. 7

# **Confocal scanning microscope with computer control - has illumination raster corresponding to raster of CCD sensor receiving image of scanned object**

**Patent number:** DE4035799  
**Publication date:** 1992-05-14  
**Inventor:** KNUPFER KLAUS DR (DE); DERNDINGER EBERHARD (DE); GROSSKOPF RUDOLF DR (DE)  
**Applicant:** ZEISS CARL FA (DE)  
**Classification:**  
- International: G02B21/00  
- european: G01B9/04; G02B21/00M4A5A; G02B21/00M4A9; G02B21/00M4A9T  
**Application number:** DE19904035799 19901110  
**Priority number(s):** DE19904035799 19901110

## **Abstract of DE4035799**

The confocal scanning microscope has a light source (11) and confocal optical elements (13o, 13u, 13t) providing an image of the illumination plane (11b) at a focal plane (13f) containing the object (14). An illumination raster (12) is contained in the illumination plane (11b), corresponding to the raster of the photosensitive area of the CCD sensor (17) located at a stop plane (17b) receiving an image of the focal plane (13f). Pref. the illumination raster (12) is provided by holes (12l) in an opaque layer (12s) illuminated by the light source (11). The CCD sensor (17) is coupled to a computer controlling the relative movement of the scanning microscope. USE - For evaluating surface profile of scanned object.

